

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.

(54) PHOTODETECTOR

(11) 4-98880 (A) (43) 31.3.1992 (19) JP

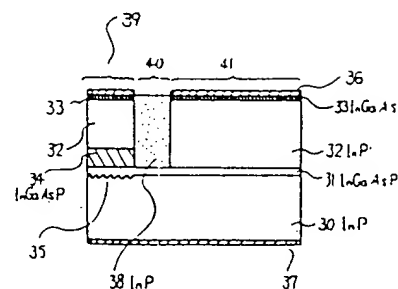
(21) Appl. No. 2-216776 (22) 17.8.1990

(71) NEC CORP (72) YOSHIHIRO KOIZUMI

(51) Int. Cl.<sup>5</sup> H01L31/0232, G02F1/025, H01L31/10

**PURPOSE:** To enable a photoelectric power to lie in a linear response range by control before an optical signal is made to impinge on a photoelectric converter and to detect an optical signal possessed of a large linear response dynamic range to a photoelectric power by a method wherein a semiconductor light attenuator variable in volume of light attenuation is formed on the same semiconductor substrate as the photoelectric converter.

**CONSTITUTION:** A band-like secondary diffraction grating 35 is provided onto the surface of an InP substrate 30 through an electron beam exposure method and a chemical etching technique. Then, an optical waveguide absorption layer 31 and a light absorption layer 34 are successively grown through a vapor phase growth method. In succession, a band-like secondary only the light absorption layer 34 is removed so as to be left unremoved only on the band-like secondary diffraction grating 35. Next, a P-type InP clad layer 32 is made to grow on the whole surface. At this point, when the P-type InP layer 32 grown in pile on the light absorption layer 34 is higher than that grown on the light waveguide absorption layer 31, the pile of the P-type InP layer 32 is removed by selective etching to make the surface of the layer 32 flat. A P-type contact layer 33 is made to grow on all the flattened surface of the P-type InP layer 32.



36: electrode, 37: electrode, 38: InP layer, 39: photoelectric converter region, 41: light attenuator region

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

平4-98880

⑬ Int. Cl.<sup>5</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成4年(1992)3月31日

H 01 L 31/0232  
G 02 F 1/025  
H 01 L 31/10

7159-2K

7210-4M H 01 L 31/02  
7630-4M 31/10

D  
A

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全4頁)

⑮ 発明の名称 光検出器

⑯ 特 願 平2-216776

⑰ 出 願 平2(1990)8月17日

⑱ 発 明 者 小 泉 善 裕 東京都港区芝5丁目7番1号 日本電気株式会社内  
⑲ 出 願 人 日本電気株式会社 東京都港区芝5丁目7番1号  
⑳ 代 理 人 弁理士 内 原 晋

# 明 細 書

発明の名称  
光検出器

## 特許請求の範囲

P N 接合を少くとも有する光電変換器の光入射部前方に、電流注入手段または電界印加手段を有する半導体層で成る光吸収量可変の光減衰器をモノリシックに形成したことを特徴とする光検出器。

## 発明の詳細な説明

### 〔産業上の利用分野〕

本発明は光通信に利用される光検出器に関する。

### 〔従来の技術〕

光通信システムは長距離・大容量を特徴とした幹線系光通信システムから、短・中距離、中容量の加入者網、またはローカルエリアネットワーク

(LAN)にまで浸透しはじめている。幹線系光通信システムでは、中継距離を最大にするために、受信系における光検出器への受光電力は、最小受光感度に余裕をもたせた受光電力になる様にシステム設計がなされる。これに対し、加入者系光通信システムでは、伝送距離は比較的短かいため、受信系における光検出器への受光電力は比較的大きいことがあり、光検出器の線形応答領域、あるいは、前段増幅器の線形応答領域からはずれることがしばしばあった。

### 〔発明が解決しようとする課題〕

従来の光検出器は、P N 接合を有する光電変換器で構成されているため、光検出器もしくは前段増幅器の動作点が線形応答領域からはずれると、受信波形が歪み、誤りを発生する原因となる。従来、このような大きな光入力があった場合での受信波形の歪みを軽減するために、第3図に示すように、入力トランジスタ25のDCレベルを制御する手段〔本島ら：1990年電子情報通信学会春季全国大会予稿集B-922〕等がとられてい

た。ところが光検出器20の線形応答領域を超える光入力があった場合に受信波形歪みを防ぐことが難しかった。

〔課題を解決するための手段〕

前述の課題を解決するために、本発明では光電変換器の光入射部分の前方に、光減衰量可変な半導体光減衰器を前記半導体光電変換器と同一半導体基板上に形成されていることを特徴とする構成を採ることによって、大きな光入力に対する線形応答を確保している。

〔作用〕

次に本発明の作用を第2図を参照にして説明する。光ファイバ10より出射した光は光検出器17の半導体可変光減衰器11を通過した後、光電変換器12に入射する。光電変換器12により光信号は電気信号に変換され、変換された電気信号は電流検出器13により光電流量が電圧値として検出される。検出された電圧値は差動増幅器14により基準電圧 $V_{ref}$ と比較され、基準電圧を上回る光入力が出検されたときは、可変光減衰器

11にさらなる電圧が印加されて可変光減衰器11における光減衰量が増加する。

以上述べた作用により、本発明の光検出器を用いた光受器では、光検出器や前段増幅器の形応答領域を上回る過度の光入力があった場合に可変光減衰器により、光信号が光電変換器に入射する前に光電力を線形応答領域に調整するため光電力に対して、大きな線形応答ダイナミックレンジを有した光信号検出が可能となる。

〔実施例〕

次に本発明の実施例について、第1図を参照にして説明する。第1図は本発明による可変光減衰機能つき光検出器の実施例を示す断面図である。確實(S)ドーピングN型(100)InP基板30上に1.3 $\mu$ m帯用2次の回折格子35(ピッチ $\Lambda=7430\text{\AA}$ )を長さ100 $\mu$ mにわたり350 $\mu$ mおきに電子線ビーム露光及び化学エッチングの技術を用いて形成する。次にInP基板30上に光導波吸収層31(組成: InGaAsP( $\lambda_g=1.3\mu$ m), 厚み: 0.2 $\mu$ m)、

光吸収層34(組成: InGaAsP( $\lambda_g=1.3\mu$ m), 厚み: 0.5 $\mu$ m)を順次気相成長法(VPE)により成長する。次に前記1.3 $\mu$ m帯用2次の回折格子35の存在する部分のみ光吸収層34を残して、その他の部分の光吸収層をフォトリソグラフィー及び化学エッチングにより選択的に除去する。次にP型InPクラッド層(厚み: 1 $\mu$ m)を全面にわたって成長する。このとき、光吸収層34の上に成長したP型InP層32が光導波吸収層34の上に成長したP型InP層に比べて山状に高く成長した場合は、山状に高く成長したP型InP層32を選択的にエッチングにより除去し、表面を平坦化する。平坦化したP型InP層32の上には、P型コンタクト層33(組成: InGaAs, 厚み0.2 $\mu$ m)を全面にわたり成長する。さらに、光電変換器領域39と可変光減衰器領域41の電気的分離をとるため、光電変換器と可変光減衰器の間、長さ50 $\mu$ mにわたり、光導波吸収層31に至る深さまで、P型コンタクト層33、及びP型InP層3

2を選択的に化学エッチングにより除去する。さらに、光電変換器と可変光減衰器の電気的分離のために形成した長さ50 $\mu$ mの溝部分(素子分離領域40)に鉄(Fe)ドーパInP層38を1.2 $\mu$ m選択的に埋め込み成長する。次に、電極37、36をInP半導体基板側及びP型コンタクト層側に形成し、P型コンタクト層上に形成した電極36で、鉄ドーパInP層38上の電極を選択的に除去し、電極アロイプロセスを経て、金作製プロセスを終了する。

以上記述した可変光減衰機能つき光検出器では、フランツケルディッシュ効果により光電力の減衰した光信号は、光電変換器領域39に設けられた2次の回折格子35によりInP基板30に対し、垂直に回折する。

2次の回折格子35により回折した光は光吸収層34により光電流に変換される。したがって、本実施例で述べた可変光減衰機能つき光検出器により光電力に対して広いダイナミックレンジを有した線形光検出が可能となる。

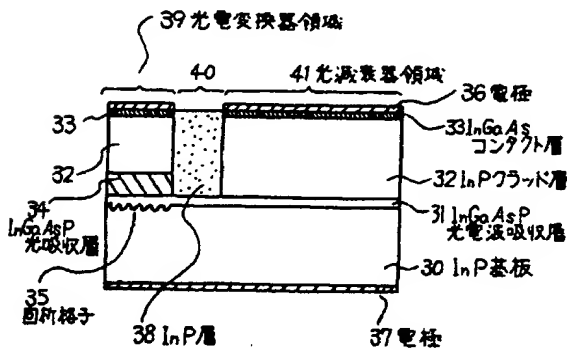
(発明の効果)

以上説明したように本発明によれば、光電力に対して広いダイナミックレンジを有した線形光検出を実現することができる。

図面の簡単な説明

第1図は本発明による可変光減衰機能つき光検出器の構造を示す実施例の断面図、第2図は本発明による可変光減衰機能つき光検出器を用いた光受信器の構成を示す図、第3図は従来の光検出器を用いた広ダイナミックレンジ光受信器の構成を示す図である。

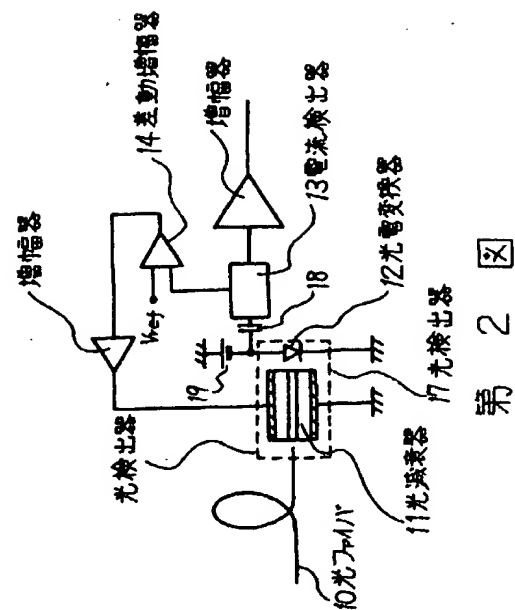
10…光ファイバ、11…可変光減衰器、12…光電変換器、13…電流検出器、14…差動増幅器、17…可変光減衰機能つき光検出器、20…光検出器、25…電界効果トランジスタ、30…InP半導体基板、31…光導波吸収層、32…P型InP層、33…P型コンタクト層、34…光吸収層、35…2次の回折格子、36…電極、37…電極、38…半絶縁性半導体層、39



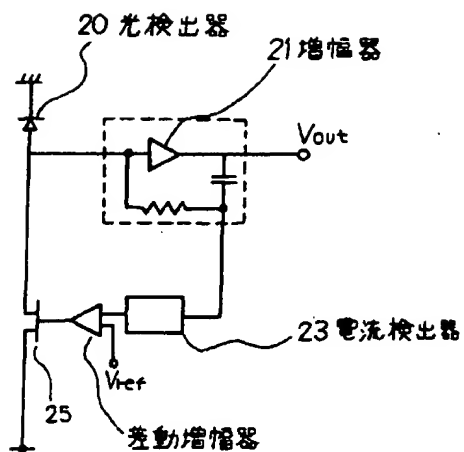
第1図

…光電変換器領域、40…素子分離領域、41…可変光減衰領域。

代理人 弁理士 内 原 賢



第2図



第 3 図